

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-252175
 (43)Date of publication of application : 11.11.1991

(51)Int.Cl. H01L 33/00
 H01L 21/205

(21)Application number : 02-050209

(71)Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD
 TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC
 UNIV NAGOYA
 RES DEV CORP OF JAPAN

(22)Date of filing : 28.02.1990

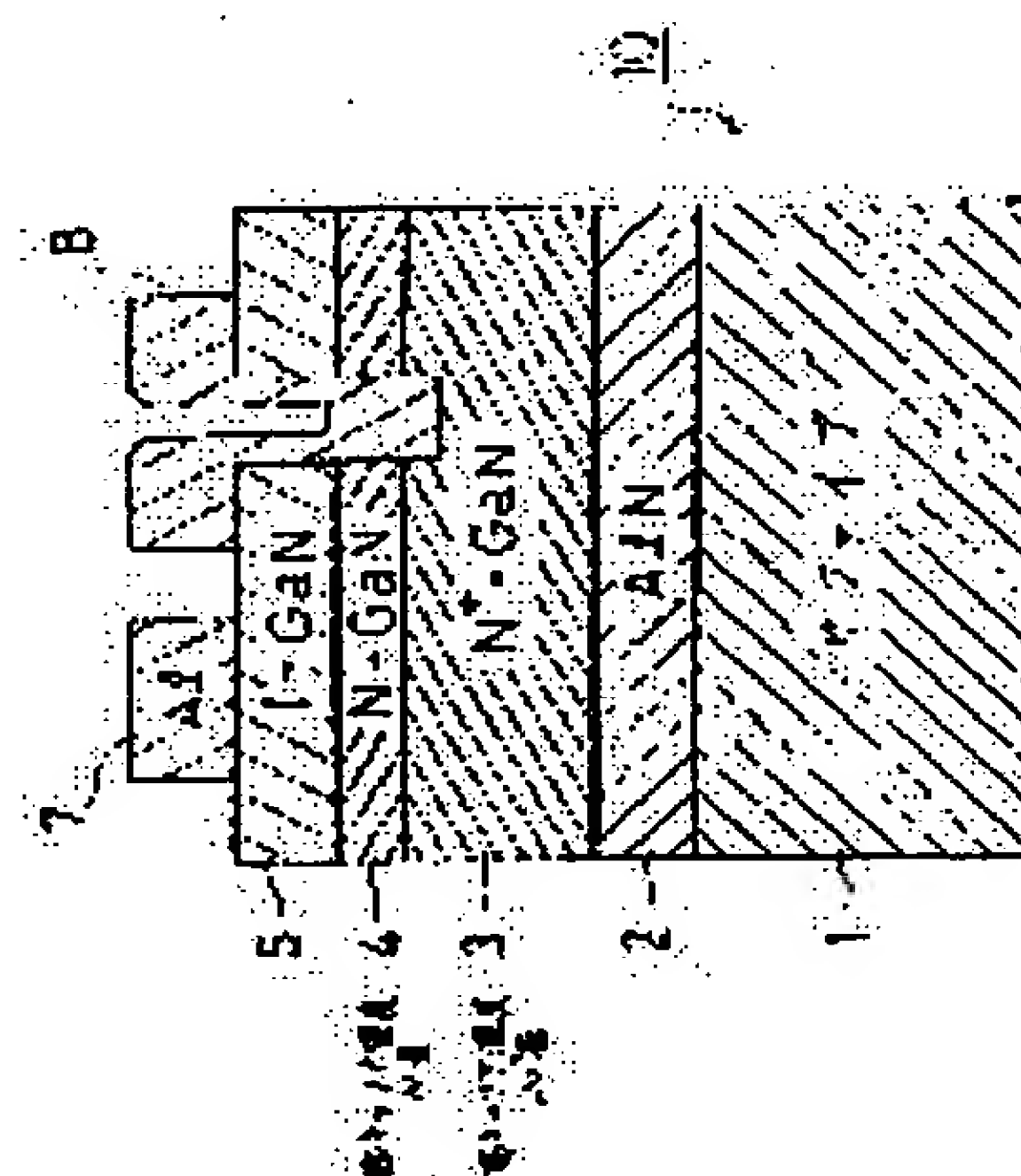
(72)Inventor : SASA MICHINARI
 MANABE KATSUhide
 MABUCHI AKIRA
 KATO HISAYOSHI
 HASHIMOTO MASAFUMI
 AKASAKI ISAMU

(54) MANUFACTURE OF GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an N-type GaN compound semiconductor in which its resistivity can be controlled by controlling mixture ratio of gas containing silicon to other raw gas.

CONSTITUTION: A sapphire board 1 is vapor etched, an AlN buffer layer 2 is formed, a high carrier concentration layer 3 made of GaN is formed, and then an N⁺ type low carrier concentration layer 4 made of GaN is formed. When the layer 3 is formed by vapor growth, H₂, NH₃ as other raw gas and H₂ in which TMG held at -25° C are bubbled are fed to control flow rate of silane (SiH₄) gas diluted with H₂ is controlled as gas containing silicon.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A)

平3-252175

⑬ Int. Cl.⁵H 01 L 33/00
21/205

識別記号

C

庁内整理番号

8934-5F
7739-5F

⑭ 公開 平成3年(1991)11月11日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 窒化ガリウム系化合物半導体の製造方法

⑯ 特 願 平2-50209

⑰ 出 願 平2(1990)2月28日

⑱ 発 明 者 佐 々 道 成 愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内

⑲ 発 明 者 真 部 勝 英 愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内

⑳ 出 願 人 豊田合成株式会社 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地

㉑ 出 願 人 株式会社豊田中央研究所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

㉒ 出 願 人 名古屋大学長 愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし)

㉓ 出 願 人 新技術事業団 東京都千代田区永田町2丁目5番2号

㉔ 代 理 人 弁理士 藤 谷 修

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

窒化ガリウム系化合物半導体の製造方法

2. 特許請求の範囲

有機金属化合物気相成長法による窒化ガリウム系化合物半導体($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む)の製造方法であって、シリコンを含むガスを他の原料ガスと同時に流すことにより気相成長させる過程において、前記シリコンを含むガスと前記他の原料ガスとの混合比率を制御することにより導電率の制御されたN型の窒化ガリウム系化合物半導体($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む)の気相成長膜を得ることを特徴とする製造方法。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は導電率の制御されたN型の窒化ガリウム系化合物半導体の製造方法に関し、特に、青色発光の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の発光効率の改善に有効である。

【従来技術】

従来、青色の発光ダイオードに、GaN系の化合物半導体を用いられている。そのGaN系の化合物半導体は直接遷移であることから発光効率が高いこと、光の3原色の1つである青色を発光色とすること等から注目されている。

このようなGaN系の化合物半導体を用いた発光ダイオードは、サファイア基板上に直接又は窒化アルミニウムから成るバッファ層を介在させて、N型のGaN系の化合物半導体から成るN層を成長させ、そのN層の上にP型不純物を添加してI型のGaN系の化合物半導体から成るI層を成長させた構造をとっている(特開昭62-119196号公報、特開昭63-188977号公報)。

【発明が解決しようとする課題】

上記構造の発光ダイオードを製造する場合に、I層とN層との接合が用いられる。

そして、GaN系の化合物半導体を製造する場合には、通常、意図的に不純物をドーピングしなくても、そのGaN系の化合物半導体はN導電型となり、逆に、シリコン等の半導体と異なり、I(In

ulator)型の半導体を得るには、亜鉛をドーピングしていた。又、N型のGa₂Nを得る場合には、その電率の制御が困難であった。

しかしながら、本発明者は、上記のGa₂N発光ダイオードを製造する過程において、有機金属化合物気相成長法によるGa₂N半導体の気相成長技術を確立するに至り、高純度のGa₂N気相成長膜を得ることができた。この結果、従来、不純物のドーピングをしない場合には、低抵抗率のN型Ga₂Nが得られたが、本発明者等の気相成長技術の確立により、不純物のドーピングなしに高抵抗率のN型Ga₂Nが得られた。

一方、今後、上記のGa₂N発光ダイオードの特性を向上させるためには、意図的に導電率の制御できるN型のGa₂N系化合物半導体の気相成長膜を得ることが必要となってきた。

したがって、本発明の目的は、抵抗率の制御可能なN型のGa₂N系の化合物半導体の製造技術を確立することである。

【課題を解決するための手段】

以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。

本発明の製造方法を用いて、第1図に示す構造の発光ダイオード10を製造した。

第1図において、発光ダイオード10はサファイア基板1を有しており、そのサファイア基板1に500 ÅのAl₂Nのパッファ層2が形成されている。そのパッファ層2の上には、順に、膜厚約2.2 μmのGa₂Nから成る高キャリア濃度N⁺層3と膜厚約1.5 μmのGa₂Nから成る低キャリア濃度N層4が形成されている。更に、低キャリア濃度N層4の上に膜厚約0.2 μmのGa₂Nから成るI層5が形成されている。そして、I層5に接続するアルミニウムで形成された電極7と高キャリア濃度N⁺層3に接続するアルミニウムで形成された電極8とが形成されている。

次に、この構造の発光ダイオード10の製造方法について説明する。

上記発光ダイオード10は、有機金属化合物気相成長法(以下「MOVPE」と記す)による気相成

本発明は、有機金属化合物気相成長法による窒化ガリウム系化合物半導体(A₂XGa_{1-x}N; X=0を含む)の製造方法であって、シリコンを含むガスを他の原料ガスと同時に流すことにより気相成長させる過程において、シリコンを含むガスと他の原料ガスとの混合比率を制御することにより、導電率の制御されたN型の窒化ガリウム系化合物半導体(A₂XGa_{1-x}N; X=0を含む)を得ることを特徴とする。

【発明の作用及び効果】

本発明は、窒化ガリウム系化合物半導体の気相成長過程において、シリコンを含むガスと、他の原料ガスは同時に流され両ガスの混合比率が制御される。この結果、窒化ガリウム系化合物半導体の気相成長膜にシリコンが取り込まれ、そのシリコンはドナーとして作用する。N型気相成長膜の導電率はシリコンを含むガスと他の原料ガスとの混合比率を制御することで変化させることができる。

【実施例】

長により製造された。

用いられたガスは、NH₃とキャリアガスH₂とトリメチルガリウム(Ga(CH₃)₃) (以下「TMG」と記す)とトリメチルアルミニウム(Al(CH₃)₃) (以下「TMA」と記す)とシラン(SiH₄)とジエチル亜鉛(以下「DEZ」と記す)である。

まず、有機洗浄及び熱処理により洗浄したa面を主面とする単結晶のサファイア基板1をMOVPE装置の反応室に載置されたサセプタに装着する。

次に、H₂を流速2ℓ/分で反応室に流しながら温度1200℃でサファイア基板1を10分間気相エッチングした。

次に、温度を400℃まで低下させて、H₂を流速20ℓ/分、NH₃を流速10ℓ/分、15℃に保持したTMAをバブリングさせたH₂を50cc/分で供給してAl₂Nのパッファ層2が約500 Åの厚さに形成された。

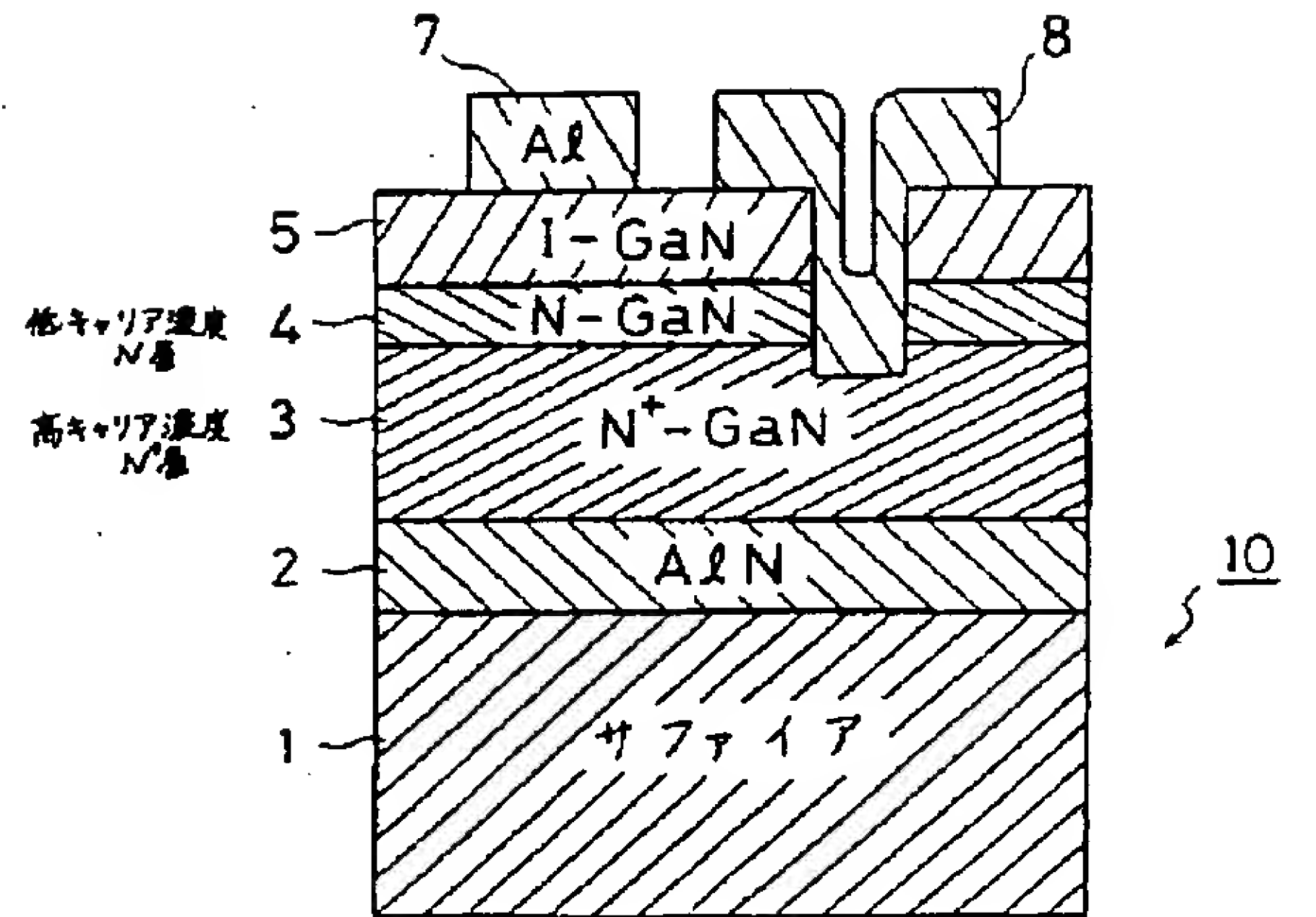
次に、TMAの供給を停止して、サファイア基板1の温度を1150℃に保持し、H₂を20ℓ/分、他の原料ガスとしてのNH₃を10ℓ/分及び、-15

ダイオードの構成を示した構成図、第2図乃至第7図は同実施例の発光ダイオードの製造工程を示した断面図、第8図はシランガスの流量と気相成長されたN層の電気的特性との関係を示した測定図である。

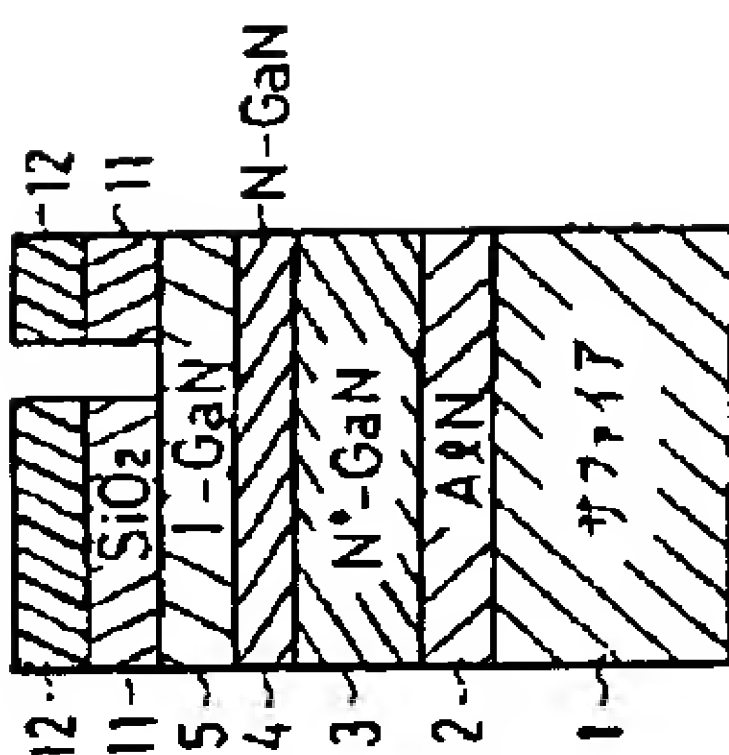
- 10 ……発光ダイオード 1 ……サファイア基板
2 ……バッファ層 3 ……高キャリア濃度N⁺層
4 ……低キャリア濃度N層 5 ……I層
7, 8 ……電極

特許出願人 豊田合成株式会社
特許出願人 株式会社豊田中央研究所
特許出願人 名古屋大学長
特許出願人 新技術事業団
代理人 弁理士 藤谷 修

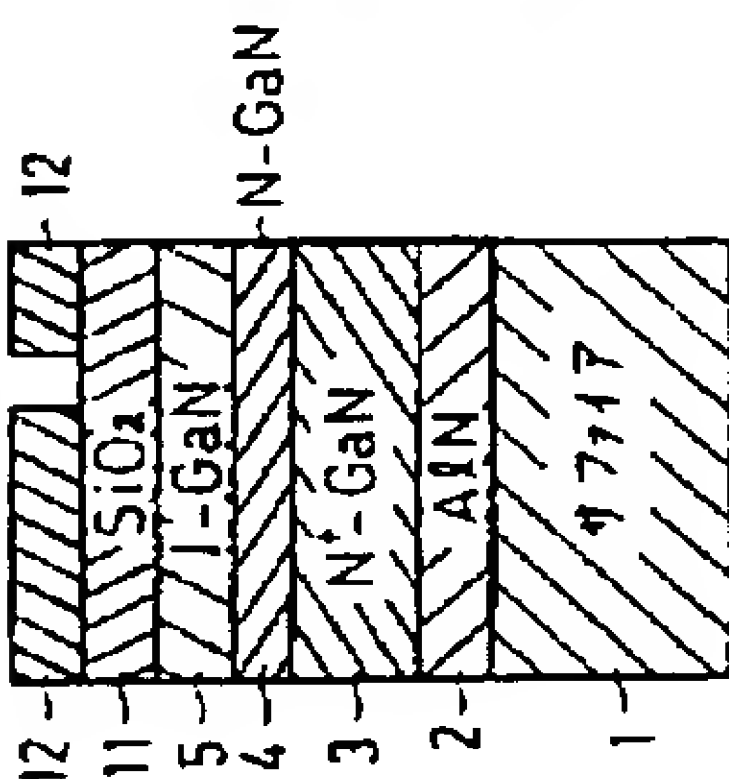
第1図



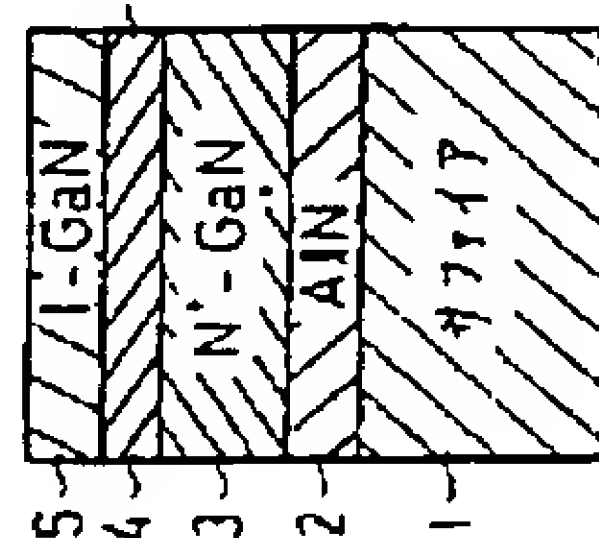
第4図



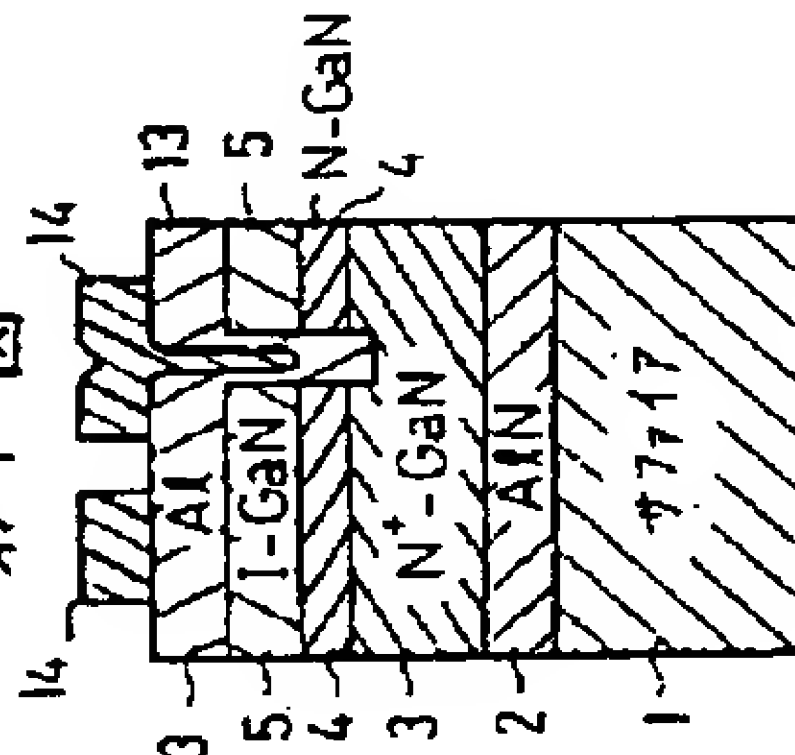
第3図



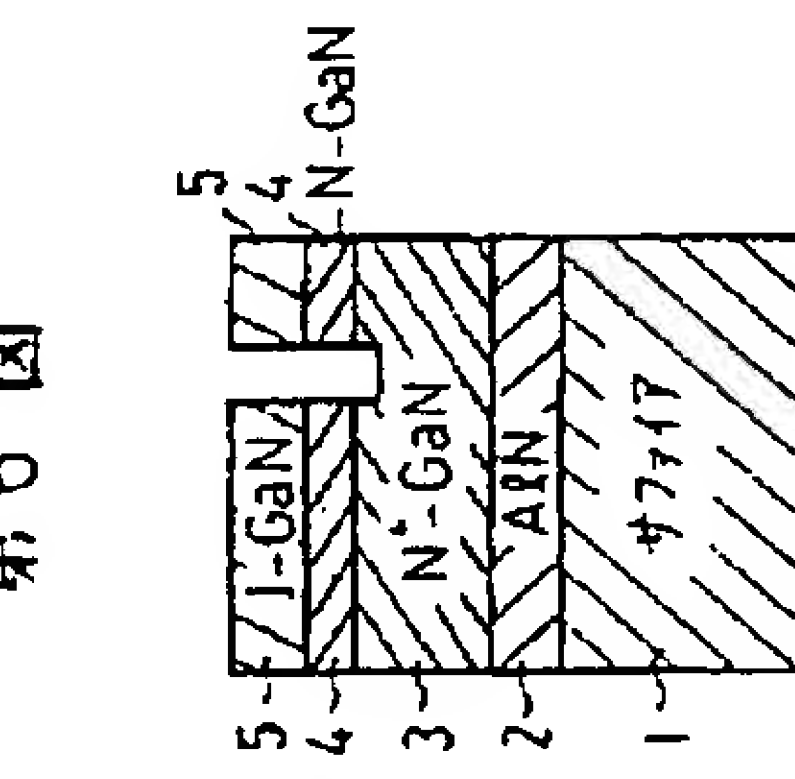
第2図



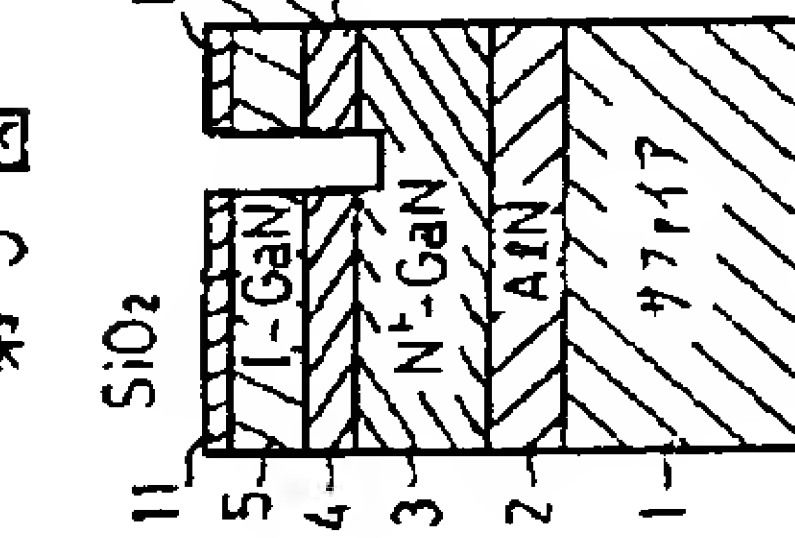
第7図



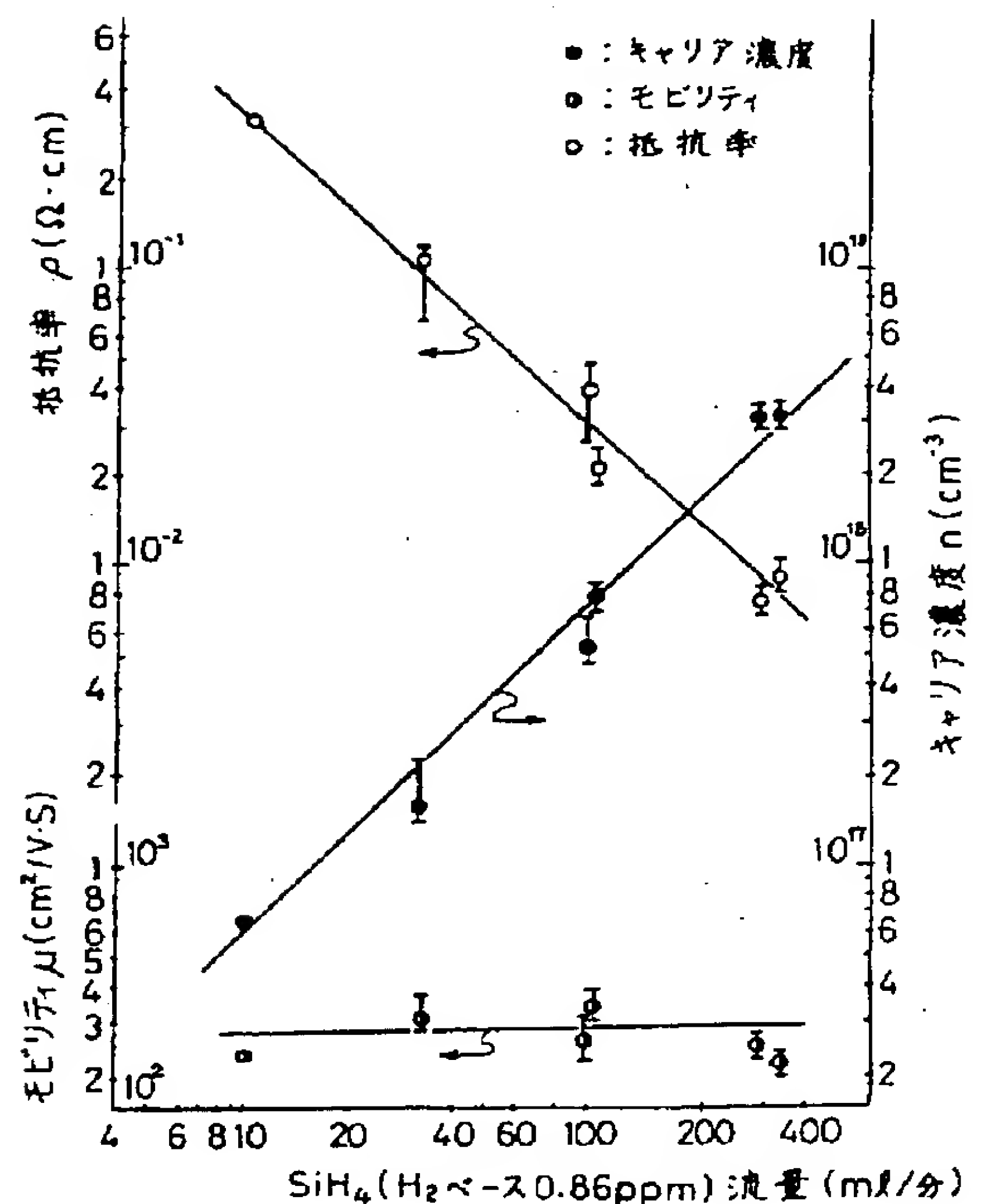
第6図



第5図



第8図



第1頁の続き

⑫発明者	馬 淵	彰	愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内
⑫発明者	加 藤	久 喜	愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内
⑫発明者	橋 本	雅 文	愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内
⑫発明者	赤 崎	勇	愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし) 名古屋大学内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第7部門第2区分
【発行日】平成8年(1996)12月13日

【公開番号】特開平3-252175
【公開日】平成3年(1991)11月11日
【年通号数】公開特許公報3-2522
【出願番号】特願平2-50209
【国際特許分類第6版】

H01L 33/00
21/205

【F I】

H01L 33/00 C 7809-2K
21/205 8617-4M

手 続 補 正 書

平成 7 年 10 月 13 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 平成 2 年特許願第 50209 号

2. 発明の名称

窒化ガリウム系化合物半導体の製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所

愛知県名古屋市中川区千種区不老町(新地なし)

名称

名古屋大学長

加藤 延夫

4. 代理人

愛知県名古屋市中川区一神通1丁目23番地

土屋ビル3F

〒454 ☎(052)363-2558

(8712) 弁理士 阪 谷 修

5. 補正により増加する請求項の数 1

6. 補正の対象

明細書の「特許請求の範囲の欄」及び「発明の詳細な説明の欄」

7. 補正の内容

Ⅰ 特許請求の範囲の欄

別紙の通り

Ⅱ 発明の詳細な説明の欄を次の通り訂正する。

(1) 明細書第4頁第7行目に「N型の窒化ガリウム」とあるを「窒化ガリウム」と訂正する。

(2) 明細書第4頁第16行目に「N型気相成長膜」とあるを「気相成長膜」と訂正する。

2. 特許請求の範囲

1. 有機金属化合物気相成長法による窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) の製造方法であって、シリコンを含むガスを他の原料ガスと同時に流すことにより気相成長させる過程において、前記シリコンを含むガスと前記他の原料ガスとの混合比率を制御することにより導電率の制御された窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) の気相成長膜を得ることを特徴とする製造方法。

2. 前記導電率の制御された窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) の気相成長膜はサファイア基板上に形成されることを特徴とする請求項1の製造方法。

3. 前記導電率の制御された窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) の気相成長膜はサファイア基板上に形成されたバッファ層上に形成されることを特徴とする請求項1の製造方法。

4. 前記導電率の制御された窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) の気相成長膜は、抵抗率 $3 \times 10^{-1} \sim 8 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲で制御されることを特徴とする請求項1乃至請求項3の製造方法。

5. 前記導電率の制御された窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) の気相成長膜は、シラン (SiH_4) ガス又はテトラエチルシラン ($\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$) を $10 \sim 800 \text{ cc/分}$ の範囲で供給することで、導電率が制御されることを特徴とする請求項1乃至請求項4の製造方法。